

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-307621

(43)Date of publication of application : 02.11.2001

51)Int.Cl.

H01J 9/02
H01J 1/316
H01J 29/04
H01J 31/12

21)Application number : 2000-124513

(71)Applicant : RICOH CO LTD

22)Date of filing : 25.04.2000

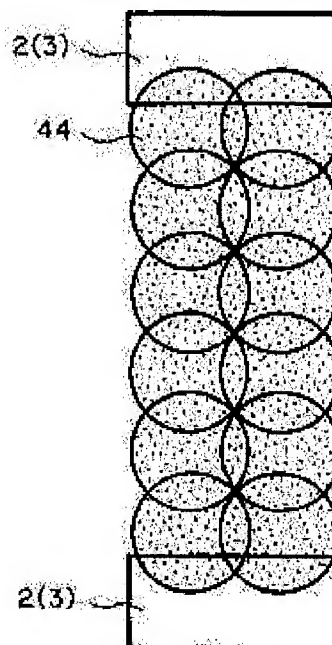
(72)Inventor : SEKIYA TAKURO

54) MANUFACTURING METHOD OF ELECTRON SOURCE SUBSTRATE AND ELECTRON SOURCE SUBSTRATE MANUFACTURED BY THE METHOD AND IMAGE DISPLAY DEVICE USING THE SUBSTRATE

57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron source substrate by forming an accurate and high quality electron emission element and to provide a high quality image display device by using the same.

SOLUTION: Plural pair of element electrodes are arranged on a substrate and a solution containing conductive thin film material is jetted between every element electrodes from a jet head to form a surface conductive type electrode emission element group. An element of the surface conductive type element group is formed by jetting plural solution drops in a dot image as illustrated. The dot image is formed by jetting solution drops while the solution drop jet head and the substrate are relatively moved in two directions crossing at right angles each other. Length of multi nozzles of the jet head in a nozzle line direction is set same as or longer than a distance between element electrodes, so that solution drops between element electrodes can be applied by one main scan. And an efficient and accurate electrode emission element can be formed by doing secondary scan in a pitch of adjacent elements of the electron group.



LEGAL STATUS

Date of request for examination] 12.09.2002

Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.09.2003

Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

Date of registration]

Number of appeal against examiner's decision of rejection]

Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-307621

(P2001-307621A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 J	9/02	H 0 1 J	9/02
	1/316		29/04
	29/04		31/12
	31/12		1/30

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-124513 (P2000-124513)

(22) 出願日 平成12年4月25日 (2000.4.25)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 関谷 卓朗

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100079843

弁理士 高野 明近 (外2名)

Fターム (参考) 5C031 DD17

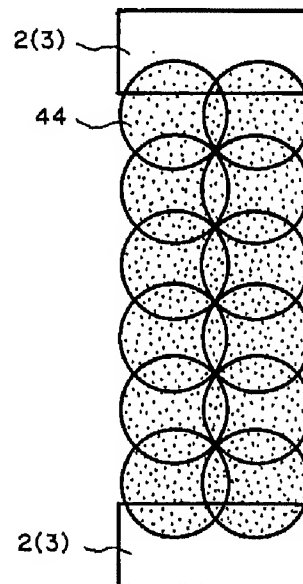
5C036 EF01 EF06 EG02 EG12

(54) 【発明の名称】 電子源基板の製造方法、該方法により製造された電子源基板及び該基板を用いた画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 高精度かつ高品位な電子放出素子を形成して電子源基板を得る。またその電子源基板により高品質の画像表示装置を得る。

【解決手段】 基板上に複数対の素子電極を配置し、各素子電極間に導電性薄膜材料を含有した溶液を噴射ヘッドから噴射して表面伝導型電子放出素子群を形成する。この表面伝導型素子群の1素子は、複数個の液滴を噴射させた図示するごとくのドットイメージにより形成する。ドットイメージは、液滴噴射ヘッドと基板とが互いに直交する2方向に相対移動を行いながら液滴を噴射することにより形成する。このときに、噴射ヘッドのマルチノズルのノズル配列方向の長さを素子電極間距離と同等またはそれより大として、一回の主走査で素子電極間の液滴付与を行うことができるようにするとともに、素子群の隣接ピッチ単位で副走査を行うことにより、効率的かつ高精度で電子放出素子を形成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に複数対の素子電極を配置し、各対の素子電極間に導電性薄膜の材料を含有した溶液の液滴を噴射して前記導電性薄膜による表面伝導型電子放出素子群を形成した電子源基板の製造方法において、前記表面伝導型電子放出素子群の1素子は、複数個の前記液滴を基板上に付着させたドットイメージにより形成されることを特徴とする電子源基板の製造方法。

【請求項2】 前記複数個の液滴は、マルチノズル型の液滴噴射ヘッドから噴射することを特徴とする請求項1に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項3】 前記液滴噴射ヘッドにおけるマルチノズルのノズル列の長さが前記1対の素子電極間の距離と同等または該距離より大となるように、前記ノズルの数及び該ノズルの配列密度を決定することを特徴とする請求項2に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項4】 キャリッジに搭載した前記液滴噴射ヘッドを前記基板に対して互いに直交する2方向に相対移動させながら前記液滴を噴射することにより前記表面伝導型電子放出素子群を形成し、かつ前記マルチノズルのノズル配列方向に垂直な方向を主走査方向とし、該主走査方向に垂直な方向を副走査方向とすると、該副走査方向への前記相対移動は、前記表面伝導型電子放出素子群の隣接ピッチ単位で行うことを特徴とする請求項3に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項5】 前記液滴の噴射速度は、3～10m/sであることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれか1に記載の電子源基板の製造方法にて製造したことを特徴とする電子源基板。

【請求項7】 請求項6に記載の電子源基板と、該電子源基板に対向して配置され、蛍光体を搭載したフェースプレートとを有することを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面伝導型電子放出素子を用いた電子源基板の製造方法、該方法により作成された電子源基板、及び該電子源基板を用いた画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子放出素子として熱電子源と冷陰極電子源の2種類が知られている。冷陰極電子源には電界放出型（以下、FE型という）、金属／絶縁層／金属型（以下、MIM型という）や表面伝導型電子放出素子等がある。FE型の例としては「W. P. Dyke & W. W. Dolan, "Field emission", Advance in Electron Physics, 8 89 (1956)」あるいは「C. A. Spindt, "Physical Proper

ties of thin-film field emission cathodes with molybdenum" J. Appl. Phys., 47 5248 (1976)」等が知られている。MIM型の例としては「C. A. Mead, "The Tunnel-emission amplifier", J. Appl. Phys., 32 646 (1961)」等が知られている。

【0003】表面伝導型電子放出素子の例としては、「M. I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 12 90 (1965)」等がある。表面伝導型電子放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型電子放出素子としては、前記Elinson等によるSnO₂薄膜を用いたもの、Au薄膜によるもの（「G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9 317 (1972)」）、In₂O₃/SnO₂薄膜によるもの（「M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)」）、カーボン薄膜によるもの（「荒木久他：真空，第26巻，第1号，22頁（1983）」）等が報告されている。

【0004】これらの表面伝導型電子放出素子の典型的な素子構成として、前述のM. Hartwellの素子構成を図18に示す。図18において、1は基板、2、3は素子電極、4は導電性薄膜で、該導電性薄膜4はH型形状のパターンに、スパッタで形成された金属酸化物薄膜等からなり、後述の通電フォーミングと呼ばれる通電処理により電子放出部5が形成される。なお、図中の素子電極2、3間の間隔L1は、0.5～1mm、W1は、0.1mmで設定されている。

【0005】従来、これらの表面伝導型電子放出素子においては、電子放出を行う前に導電性薄膜4に対して予め通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより電子放出部5を形成するのが一般的である。通電フォーミングとは導電性薄膜4の両端に直流電圧あるいは非常にゆっくりとした昇電圧例えば1V/分程度を印加通電し、導電性薄膜4を局所的に破壊、変形もしくは変質せしめ、電氣的に高抵抗な状態にした電子放出部5を形成することである。尚、電子放出部5では導電性薄膜4の一部に亀裂が発生し、その亀裂付近から電子放出が行われる。前記通電フォーミング処理をした表面伝導型電子放出素子は、導電性薄膜4に電圧を印加し、素子に電流を流すことにより電子放出部5より電子を放出せしめるものである。

【0006】上述したような表面伝導型放出素子は、構造が単純で製造も容易であることから、大面積にわたって多数の素子を配列形成できる利点がある。そこで、この特徴を活かした荷電ビーム源、表示装置等の応用研究

がなされている。多数の表面伝導型電子放出素子を配列形成した例としては、後述するように、梯型配置と呼ぶ並列に表面伝導型電子放出素子を配列し、個々の素子の両端を配線（共通配線とも呼ぶ）で、それぞれ結線した行を多数行配列した電子源があげられる（例えば、特開昭64-31332号公報、特開平1-283749号公報、特開平2-257552号公報等）。

【0007】また、特に、表示装置等の画像形成装置においては、近年、液晶を用いた平板型表示装置がCRTに替わって普及してきたが、自発光型でないためバックライトを持たなければならない等の問題点があり、自発光型の表示装置の開発が望まれてきた。自発光型表示装置としては、表面伝導型放出素子を多数配置した電子源と、電子源より放出された電子によって可視光を発光せしめる蛍光体を組み合わせた表示装置である画像形成装置があげられる（例えば、米国特許第5066883号）。

【0008】しかしながら、表面伝導型電子放出素子の上記従来例による製造方法は、真空成膜と半導体プロセスにおけるフォトリソグラフィ・エッチング法を多用するものであり、大面積にわたって素子を形成するには、工程数も多く、電子源基板の生産コストが高いといった欠点がある。

【0009】上述のような課題に対して、本発明者は、上述のごとき表面伝導型電子放出素子の素子部の導電性薄膜を形成するにあたり、米国特許第3060429号、第3298030号、第3596275号、第3416153号、第3747120号、第5729257号等として知られるようなインクジェット液滴付与手段によって、真空成膜法とフォトリソグラフィ・エッチング法によらずに、安定的に歩留まり良くかつ低コストで上記の導電性薄膜を形成することができるのではないかと考えた。

【0010】しかしながら、いわゆるインクを紙に向けて飛翔、記録を行うインクジェット記録と違い、導電性薄膜となる元素あるいは化合物を含有する溶液を安定的に飛翔させ、基板上に付与するにはまだまだ未解決の要素が多々存在する。とりわけ、このような電子源基板に高精度なパターンの表面伝導型放出素子群は形成するには大きな工夫が必要とされる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】（発明の目的）本発明は、上述のごとき表面伝導型電子放出素子を用いた画像表示装置の電子源基板ならびにそれを用いた画像表示装置に関するものであり、請求項1の発明の目的は、高精度かつ高品位な電子放出素子を有する電子源基板の製造方法を提供することにある。請求項2ないし5の発明の目的は、より効率よく高精度な電子放出素子を実現するための具体的な条件を提供することにある。請求項6の発明の目的は、高精度な電子放出素子を有する電子源基

板を提供することにある。請求項7の発明の目的は、高精度かつ高品位な電子放出素子を有する電子源基板を用いた画像表示装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、基板上に複数対の素子電極を配置し、各対の素子電極間に導電性薄膜の材料を含有した溶液の液滴を噴射して前記導電性薄膜による表面伝導型電子放出素子群を形成した電子源基板の製造方法において、前記表面伝導型電子放出素子群の1素子は、複数個の前記液滴を基板上に付着させたドットイメージにより形成されることを特徴としたものである。

【0013】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記複数個の液滴は、マルチノズル型の液滴噴射ヘッドから噴射することを特徴としたものである。

【0014】請求項3の発明は、請求項2の発明において、前記液滴噴射ヘッドにおけるマルチノズルのノズル列の長さが前記1対の素子電極間の距離と同等または該距離より大となるように、前記ノズルの数及び該ノズルの配列密度を決定することを特徴としたものである。

【0015】請求項4の発明は、請求項3の発明において、キャリッジに搭載した前記液滴噴射ヘッドを前記基板に対して互いに直交する2方向に相対移動させながら前記液滴を噴射することにより前記表面伝導型電子放出素子群を形成し、かつ前記マルチノズルのノズル配列方向に垂直な方向を主走査方向とし、該主走査方向に垂直な方向を副走査方向とすると、該副走査方向への前記相対移動は、前記表面伝導型電子放出素子群の隣接ピッチ単位で行うことを特徴としたものである。

【0016】請求項5の発明は、請求項1ないし4のいずれか1の発明において、前記液滴の噴射速度は、3～10m/sであることを特徴としたものである。

【0017】請求項6の発明は、請求項1ないし5のいずれか1に記載の電子源基板の製造方法にて製造したことを特徴としたものである。

【0018】請求項7の発明は、請求項6に記載の電子源基板と、該電子源基板に対向して配置され、蛍光体を搭載したフェースプレートとを有することを特徴としたものである。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態に係る平面型表面伝導型電子放出素子を構成した電子源基板の一例を示す模式図で、図1(A)はその平面図、図1(B)は図1(A)のB-B線断面図で、図中、1は基板、2、3は素子電極、4は導電性薄膜、5は電子放出部である。本発明の表面伝導型電子放出素子の基本的な構成は平面型であり、ここでは簡略化して、1つの平面型表面伝導型電子放出素子の構成を模式的に示しているが、実際には、後述するように、このような平面型表面伝導型電子放出素子がマトリックス配置された素子群と

して構成される。

【0020】基板1としては、石英ガラス、Na等の不純物含有量を低減させたガラス、青板ガラス、 SiO_2 を表面に堆積させたガラス基板およびアルミナ等のセラミックス基板等を用いることができる。素子電極2、3の材料としては、一般的な導電材料を用いることができ、例えば、Ni、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属あるいは合金、Pd、As、Ag、Au、 RuO_2 、Pd-Ag等の金属あるいは金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、 In_2O_3 - SnO_2 等の透明導電体、ポリシリコン等の半導体材料等から適宜選択される。

【0021】素子電極2、3間の間隔Lは、好ましくは数 μm ないし数百 μm の範囲であり、より好ましくは素子電極2、3間に印加する電圧等を考慮して $1\mu\text{m}$ ないし $200\mu\text{m}$ の範囲である。素子電極2、3の長さWは、電極の抵抗値および電子放出特性を考慮して、数 μm ないし数百 μm であり、また、素子電極2、3の膜厚dは、 100\AA ないし $1\mu\text{m}$ の範囲である。尚、本発明は図1に示した構成に限らず、基板1上に導電性薄膜4、素子電極2、3の電極を順に形成させた構成にしてもよい。

【0022】図2は、図1に示した平面型表面伝導型電子放出素子の製造方法を説明するための図で、図2

(A)は基板1に素子電極2、3を形成した図、図2

(B)は素子電極2、3に導電性薄膜4を形成した図、

図2(C)は該導電性薄膜4に電子放出部5を形成した図を示す。導電性薄膜4としては、良好な電子放出特性を得るために、微粒子で構成された微粒子膜が特に好ましく、その膜厚は素子電極2、3へのステップカバレッジ、素子電極2、3間の抵抗値および後述する通電フォーミング条件等によって適宜設定されるが、好ましくは、数 \AA ないし数千 \AA で、特に好ましくは、 10\AA ないし 500\AA である。またその抵抗値は、 R_s が 10 の2乗ないし 10 の7乗 Ω の値である。なお、 R_s は厚さがt、幅がwで長さが1の薄膜の抵抗Rを、 $R=R_s(1/w)$ とおいたときに現われる値で、薄膜材料の抵抗率を ρ とすると $R_s=\rho/t$ で表される。ここでは、フォーミング処理について通電処理を例に挙げて説明するが、フォーミング処理はこれに限られるものではなく、膜に亀裂を生じさせて高抵抗状態を形成する方法であればいかなる方法を用いても良い。

【0023】導電性薄膜4を構成する材料としては、Pd、Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属、PdO、 SnO_2 、 In_2O_3 、 PbO 、 Sb_2O_3 等の酸化物、 HfB_2 、 ZrB_2 、 LaB_6 、 CeB_6 、 YB_4 、 Gd_2B_4 等の硼化物、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC等の炭化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、Si、Ge等の半導体、カーボン等の中から適

宜選択される。

【0024】ここで述べる微粒子膜とは複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造として、微粒子が個々に分散配置した状態のみならず、微粒子が互いに隣接、あるいは重なり合った状態（いくつかの微粒子が集合し、全体として島状を形成している場合も含む）をとっている。微粒子の粒径は、数 \AA ないし $1\mu\text{m}$ であり、好ましくは 10\AA ないし 200\AA である。

【0025】以下、本発明の一実施形態に係る表面伝導型電子放出素子を形成した電子源基板の製造装置について述べる。図3は、本発明に係る電子源基板の製造装置の一例を示すための図で、図中、11は吐出ヘッドユニット（噴射ヘッド）、12はキャリッジ、13は基板保持台、14は平面型表面伝導型電子放出素子群を形成する基板、15は導電性薄膜の材料を含有する溶液の供給チューブ、16は信号供給ケーブル、17は噴射ヘッドコントロールボックス、18はキャリッジ12のX方向スキャンモータ、19はキャリッジ12のY方向スキャンモータ、20はコンピュータ、21はコントロールボックス、22（ 22_{X1} 、 22_{Y1} 、 22_{X2} 、 22_{Y2} ）は、基板位置決め/保持手段である。

【0026】図3に示す構成は、基板保持台13に置かれた基板14の前面を噴射ヘッド11がキャリッジ走査により移動し、導電性薄膜材料を含有する溶液を噴射付与する例を示すものである。噴射ヘッド11は、任意の液滴を定量吐出できるものであれば如何なる機構でも良く、特に数 10ng 程度の液滴を形成できるインクジェット方式の機構が望ましい。インクジェット方式としては、圧電素子を用いたピエゾジェット方式、ヒータの熱エネルギーを利用して気泡を発生させるバブルジェット（登録商標）方式、あるいは荷電制御方式（連続流方式）等いずれのものでも構わない。

【0027】図4は、本発明の電子源基板の製造方法を適用しうる液滴付与装置の構成の一例を説明するための概略図で、図5は、図4の液滴付与装置の吐出ヘッドユニットの要部概略構成図である。図4の構成は、図3の構成と異なり、基板14側を移動させて電子放出素子群を基板に形成するものである。図4及び図5において、2、3は素子電極、14は基板、30は吐出ヘッドユニット、31はヘッドアライメント制御機構、32は検出光学系、33はインクジェットヘッド、34はヘッドアライメント微動機構、35は制御コンピュータ、36は画像識別機構、37はXY方向走査機構、38は位置検出機構、39は位置補正制御機構、40はインクジェットヘッド駆動・制御機構、41は光軸、42は液滴、43は液滴着弾位置である。

【0028】吐出ヘッドユニット30の液滴付与装置（インクジェットヘッド33）としては、図3の場合と同様に、インクジェット方式の機構が望ましく、圧電素子を用いたピエゾジェット方式、ヒータの熱エネルギーを

利用して気泡を発生させるバブルジェット方式、あるいは荷電制御方式（連続流方式）等いずれのものでも構わない。

【0029】以下に上記のごとくの基板14側を移動させる装置の構成を説明する。まず図4において、XY方向走査機構37の上に基板14が載置してある。基板14上の表面伝導型電子放出素子は図1のものと同一構成であり、単素子としては図1に示したものと同様、基板1、素子電極2、3及び導電性薄膜（微粒子膜）4よりなっている。この基板14の上方に液滴を付与する吐出ヘッドユニット30が位置している。本実施例では、吐出ヘッドユニット30は固定で、基板14がXY方向走査機構37により任意の位置に移動することで吐出ヘッドユニット30と基板14との相対移動が実現される。

【0030】次に図5により吐出ヘッドユニット30の構成を説明する。検出光学系32は、電子源基板14上の画像情報を取り込むもので、液滴42を吐出させるインクジェットヘッド33に近接し、検出光学系32の光軸41および焦点位置と、インクジェットヘッド33による液滴42の着弾位置43とが一致するように配置されている。この場合、検出光学系32とインクジェットヘッド33との位置関係はヘッドアライメント微動機構34とヘッドアライメント制御機構31により精密に調整できるようになっている。また、検出光学系32には、CCDカメラとレンズとを用いている。

【0031】再度図4に戻って説明する。画像識別機構36は、先の検出光学系32で取り込まれた画像情報を識別するもので、画像のコントラストを2値化し、2値化した特定コントラスト部分の重心位置を算出する機能を有したものである。具体的には（株）キーエンス製の高精度画像認識装置；VX-4210を用いることができる。これによって得られた画像情報に基板14上における位置情報を与える手段が位置検出機構38である。これには、XY方向走査機構37に設けられたリニアエンコーダ等の測長器を利用することができる。また、これらの画像情報と基板14上での位置情報をもとに、位置補正を行なうのが位置補正制御機構39であり、この機構によりXY方向走査機構37の動きに補正が加えられる。また、インクジェットヘッド駆動・制御機構40によってインクジェットヘッド33が駆動され、液滴が基板14上に塗布される。これまで述べた各制御機構は、制御コンピュータ35により集中制御される。

【0032】なお、以上の説明は、吐出ヘッドユニット30は固定で、基板14がXY方向走査機構37により任意の位置に移動することで吐出ヘッドユニット30と基板14との相対移動を実現しているが、図3に示すように、基板14を固定とし、吐出ヘッドユニット30がXY方向に走査するような構成としてもよいことはいまでもない。特に200mm×200mm程度の中画面～2000mm×2000mmあるいはそれ以上の大画

面の画像形成装置の製作に適用する場合には、後者のように基板14を固定とし、吐出ヘッドユニット30が直交するX、Yの2方向に走査するようにし、溶液の液滴の付与をこのような直交する2方向に順次行うようにする構成としたほうがよい。

【0033】基板サイズが200mm×200mm程度以下の場合には、液滴付与のための吐出ヘッドユニットを200mmの範囲をカバーできるラージアレイマルチノズルタイプとし、吐出ヘッドユニットと基板の相対移動を直交する2方向（X方向、Y方向）に行うことなく、1方向のみ（例えばX方向のみ）に相対移動させることも可能であり、また量産性も高くすることができるが、基板サイズが200mm×200mm以上の場合には、そのような200mmの範囲をカバーできるラージアレイマルチノズルタイプの吐出ヘッドユニットを製作することは技術的／コスト的に実現困難であり、本発明のように吐出ヘッドユニット30が直交するX、Yの2方向に走査するようにし、溶液の液滴の付与をこのような直交する2方向に順次行うようにする構成としたほうがよい。

【0034】液滴42の材料には、先に述べた導電性薄膜となる元素あるいは化合物を含有する水溶液、有機溶剤等を用いることができる。例えば、導電性薄膜となる元素あるいは化合物がパラジウム系の例を以下に示すと、酢酸パラジウム・エタノールアミン錯体（PA-ME）、酢酸パラジウム・ジエタノール錯体（PA-DE）、酢酸パラジウム・トリエタノールアミン錯体（PA-TE）、酢酸パラジウム・ブチルエタノールアミン錯体（PA-BE）、酢酸パラジウム・ジメチルエタノールアミン錯体（PA-DME）等のエタノールアミン系錯体を含んだ水溶液、また、パラジウム・グリシン錯体（Pd-Gly）、パラジウム・β-アラニン錯体（Pd-β-Ala）、パラジウム・DL-アラニン錯体（Pd-DL-Ala）等のアミノ酸系錯体を含んだ水溶液、さらには酢酸パラジウム・ビス・ジ・プロピルアミン錯体の酢酸ブチル溶液等が挙げられる。

【0035】こうした液滴42を吐出ヘッドユニット30のインクジェットヘッド33により所望の素子電極部に付与する際には、付与すべき位置を検出光学系32と画像識別機構36とで計測し、その計測データ、インクジェットヘッド33の吐出口面と基板14の距離、両者の相対移動速度に基づいて補正座標を生成し、この補正座標通りに基板14とインクジェットヘッド33とを相対移動せしめながら液滴を付与する。検出光学系32としては、CCDカメラ等とレンズを組み合わせたものを用い、画像識別機構36としては、市販のもので画像を2値化しその重心位置を求めるもの等を用いることができる。

【0036】以上の説明より明らかなように本発明の電子源基板は、導電性薄膜となる元素あるいは化合物を含

有する溶液をインクジェットの原理で空中を飛翔させ、基板上に液滴として付与して製作されるものであるが、高精度な表面伝導型電子放出素子を形成するためには、液滴を基板上に付着させたドットイメージにより電子放出素子を形成する場合の電子放出素子パターンの精度が重要であり、このパターン精度を上げるためにはまだ解決しなければならない点がいくつかある。それらのうちの1つとしてあげられるのが、パターンのなめらかさである。

【0037】前述の図5(B)では、素子電極2, 3の間に液滴42を1滴付着させるようなイメージを示し、電子放出部も丸いイメージで示した(すなわち液滴着弾位置43として丸いイメージを示した。)。つまりそれほど精度を要求しないような電子放出素子を形成するのであれば、素子電極2, 3の間に大きな1滴の液滴により大きな1つのドットでこの電子放出部を形成すればよい。たとえば、素子電極2, 3の距離が5~10mmであり、1滴によるドット径も $\phi 8 \sim 15 \text{ mm}$ 程度の場合には、1滴の液滴を付着させて電子放出部を形成すればよい。この場合、それほど高精度の電子放出素子は望めないが、単に電子放出ができればよいという程度のものであればこの方が効率よく電子放出素子を形成できる。

【0038】しかしながら本発明では、電子放出部は複数滴によって形成する。つまり本発明は、高精度かつ高密度に配列された電子放出素子群を形成するための発明であり、例えば図6に示すように、1つの液滴によるドット1つで電子放出部を形成するという精度の粗いものではない。

【0039】図7は、本発明により形成する電子放出素子のドットパターンの例を示す図で、図中、44は噴射した液滴によるドットである。1つの好適な例をあげると、前述の素子電極2, 3の距離が $140 \mu\text{m}$ で、1滴だけ単独に付着させた場合のドット径は約 $\phi 180 \mu\text{m}$ とする。この場合本発明では、図7に示すように4滴の液滴をこの素子電極2, 3の $140 \mu\text{m}$ 間を埋めるパターンを形成するように打ち込むようにしている。なお図7では、各ドットの重なり具合を示すために、各ドットは輪郭線で示している。つまり、大きな1滴だけによってこの素子電極2, 3の $140 \mu\text{m}$ 間を埋める(図6)というラフな方法ではなく、小さな複数滴(この場合4滴)の液滴により高精度なパターンを形成し、高精度な電子放出素子を形成する(図7)。この例の場合のように4滴のドット44のパターンを重ねて付着させた場合の1つのドット径は約 $\phi 45 \mu\text{m}$ である。

【0040】なおこのような液滴およびドットを形成するための具体的な条件を以下に示す。使用した溶液は、酢酸パラジウムトリエタノールアミン水溶液であり、以下のようにして製造した。すなわち50gの酢酸パラジウムを1000ccのイソプロピルアルコールに懸濁させ、さらに203.5gのトリエタノールアミンを加

え35℃で12時間攪拌した。反応終了後、イソプロピルアルコールを蒸発により除去し、固形物にエチルアルコールを加えて溶解、濾過し、濾液から酢酸パラジウムトリエタノールアミンを再結晶させて得た。このようにして得た酢酸パラジウムトリエタノールアミン4gを196gの純水に溶解し、溶液とした(2.0wt%)。

【0041】また使用した噴射ヘッドは、エッジシュータ型のサーマルインクジェット方式と同等の構造(ただしインクではなく、上記溶液を使用)とした。図7に示したような1つのドット径が約 $\phi 45 \mu\text{m}$ となるようにした場合の噴射ヘッド(インクジェットヘッド)は、ノズル径が $\phi 25 \mu\text{m}$ 、発熱体サイズが $25 \mu\text{m} \times 90 \mu\text{m}$ (抵抗値 122Ω)で、駆動電圧を23V、パルス幅を $6 \mu\text{s}$ で駆動し、1滴形成のエネルギーを約 $26 \mu\text{J}$ とした。その時の液滴の噴射速度は約 6.5 m/s であった。

【0042】なお、以上の溶液および噴射の条件は、素子電極2, 3の距離が $140 \mu\text{m}$ であり、そこに4滴付着させる場合の一例であり、本発明はこの条件に限定されるものではない。例えば、図8に示す電子放出素子のドットパターンは、同様に素子電極2, 3の距離が $140 \mu\text{m}$ であるが、6滴 \times 2列=12滴の液滴によるドット44を付着させて電子放出素子を形成する場合を示すものである。この例ではドット44の径は約 $\phi 22 \mu\text{m}$ である。この場合、使用する噴射ヘッドは、そのノズル径が $\phi 14 \mu\text{m}$ のものが使用され、またそれに対応して発熱体サイズを $14 \mu\text{m} \times 60 \mu\text{m}$ (抵抗値 103Ω)とし、駆動電圧を11V、パルス幅を $4 \mu\text{s}$ 、1滴形成のエネルギーを約 $4.7 \mu\text{J}$ として液滴を噴射させた。このときの液滴の噴射速度は約 5.8 m/s であった。

【0043】また素子電極2, 3の距離も上記の $140 \mu\text{m}$ に限定されるものではない。より高精細な画像表示装置を製作するには電子源基板の電子放出素子も高密度に配列させる必要があり、例えば素子電極2, 3の距離が $50 \mu\text{m}$ であるような場合もある。その場合も使用する噴射ヘッドは、上記のようなノズル径が $\phi 14 \mu\text{m}$ のものが選択され、また発熱体サイズ、駆動条件等もそれに準じて適宜選ばれる。

【0044】つまり本発明では、素子電極2, 3の距離および要求される電子放出素子の精度に応じ、付着させる液滴数が、2~30滴程度まで適宜選択され、最適な条件で電子放出素子を形成するのであり、特別な条件に限定されるものではない。

【0045】なお、付着させる液滴数は使用する噴射ヘッドのノズル径にも依存するが、最大30滴程度にとどめておくことが、生産性の面から望ましい(より微小な滴をより多く付着させることも可能であるが、生産性が低下しコスト面で不利になる)。

【0046】次に本発明の他の特徴について説明する。

前述のように本発明では、電子放出部は複数の液滴によって形成する。つまり本発明は、高精度、高密度となるように配列された電子放出素子群を形成するための発明であり、液滴 1 つにより 1 つの電子放出素子を形成するのではない。よって本発明によって効率的に電子源基板を製作するためには、その電子放出素子群を効率的に形成する必要がある。

【0047】図 9 は、上記ごとくの効率的なドット形成を行うための噴射ヘッドの一例を示す図で、図 9 (A) は組み立てられた噴射ヘッドを示す図、図 9 (B) は図 9 (A) の噴射ヘッドの分解図、図 9 (C) は図 9

(B) に示す蓋基板を上下反転して示す図で、図中、50 は噴射ヘッド（インクジェットヘッド）、51 は発熱体基板、52 は蓋基板、53 は発熱体基板 51 の作成に用いるシリコン基板、54 は個別電極、55 は共通電極、56 は発熱体、57 は溶液流入口、58 はノズル、59 は溝部、60 は凹部領域である。

【0048】図 9 では、噴射ヘッドのノズル数を 4 個とした例を示している。噴射ヘッド 50 は、発熱体基板 51 と蓋基板 52 とを接合させることにより形成されており、発熱体基板 51 は、シリコン基板 53 上にウエハプロセスによって個別電極 54 と共通電極 55 とエネルギー作用部である発熱体 56 とを形成することによって構成されている。

【0049】蓋基板 52 には、導電性薄膜となる元素あるいは化合物を含有する溶液が導入される流路を形成するための溝部 59 と、流路に導入される前記溶液を収容する共通液室（図示せず）を形成するための凹部領域 60 とが形成されており、発熱体基板 51 と蓋基板 52 とを図 9 (A) に示すように接合させることにより、前記の流路及び共通液室が形成される。なお、発熱体基板 51 と蓋基板 52 とを接合させた状態においては、前記流路の底面部に発熱体 56 が位置し、流路の端部にはこれらの流路に導入された溶液の一部を液滴として吐出させるためのノズル 58 が形成されている。また、前記蓋基板 52 には、供給手段（図示せず）によって供給液室内に溶液を供給するための溶液流入口 57 が形成されている。

【0050】上記の例では 4 ノズルの噴射ヘッドを示しているが、本発明では、前述のように液滴 1 つにより 1 つの電子放出素子を形成するのではなく、複数の液滴により 1 つの電子放出素子を形成する。よって、このようなマルチノズル型の噴射ヘッドを用いると大変効率的に電子放出素子を形成することができる。なおこの例では 4 ノズルの噴射ヘッドを示しているが、必ずしも 4 ノズルに限定されるものではなく、ノズル数が多ければ多いほど電子放出素子の形成が効率的になることはいうまでもない。ただし、単純にノズルを多くすればよいということではなく、ノズルが多くなれば噴射ヘッドも高価になり、また噴射ノズルの目詰まりによる確率も高くなる

ので、それらも考慮し装置全体のバランス（装置コストと電子放出素子の製作効率のバランス）を考えてノズル数が決められる。

【0051】またノズル数だけではなく、ノズル列配列長さ（噴射ヘッドの有効噴射幅）についても、同様の考えが必要である。すなわち、単純にノズル列配列長さ（噴射ヘッドの有効噴射幅）を多くすればよいということではなく、これも装置全体のバランス（装置コストと電子放出素子の製作効率のバランス）を考えて決められる。

【0052】一例をあげると、本発明では、マルチノズルのノズル列配列長さ（噴射ヘッドの有効噴射幅）が素子電極 2、3 間の距離と同等もしくはそれより大となるように、ノズルの数およびその配列密度を決めている。ただしここで、素子電極 2、3 間の距離より大とするということは、無制限に大とすることではなく、素子電極 2、3 間の距離より少し大とすることである。つまり本発明の基本的な考え方は、素子電極 2、3 間の距離と同等のノズル列配列長さ（噴射ヘッドの有効噴射幅）を確保した噴射ヘッドとすることにより、噴射ヘッドのコストを最小限におさえ、かつ素子電極 2、3 間の距離と同等のノズル列配列長さ（噴射ヘッドの有効噴射幅）とすることにより、効率的に電子放出素子を製作しようというものである。

【0053】より具体的な数値を、上記のように 4 滴の液滴で素子電極 2、3 の 140 μm 間を埋めるパターンを形成する例で説明する。この場合、本発明では、図 8 に示した 4 ノズルのノズル列配列長さ（噴射ヘッドの有効噴射幅、言い換えるならば、両端ノズル間距離）は、約 127 μm （素子電極 2、3 の 140 μm 間とほぼ同等の長さともなせる）とされ、各ノズル間距離は約 42.3 μm としている。つまりこの場合、噴射ヘッドは、いわゆるインクジェットプリンタでいうところの 600 dpi (dot per inch) 相当のノズル配列密度をもっている。

【0054】なお、以上は図 8 に示した 4 ノズルの噴射ヘッドを例として説明したが、各ノズル間距離が約 42.3 μm の 6 ノズルの噴射ヘッドとすることも考えられる。この場合、6 ノズルのノズル列配列長さ（噴射ヘッドの有効噴射幅、言い換えるならば、両端ノズル間距離）は、約 212 μm （素子電極 2、3 の 140 μm 間より大ともなせる）とされ、素子電極 2、3 間の距離を、ノズル列配列長さが余裕をもってカバーし、効率的に電子放出素子を製作することができる。

【0055】次に本発明のさらに別の特徴について図 10 を用いて説明する。図 10 は、本発明により表面伝導型電子放出素子を形成する際の液滴噴射キャリッジの主走査方向、副走査方向、及び噴射ヘッドのノズルの配列方向の関係を説明するための図で、図 10 (A) は電子源基板の電子放出素子の配列を示す図、図 10 (B) は

図 10 (A) に示す 1 対の電子放出素子の拡大図、図 10 (C) は噴射ヘッドのノズル配列を示す図で、図中、58 は噴射ヘッドのノズル、m は主走査方向、s は副走査方向、P s は副走査方向の隣接ピッチである。

【0056】図 3 及び図 4 を参照して前述したように、本発明では、噴射ヘッドは基板 14 (電子源基板 10) と相対移動を行いながら、液滴を付与して電子放出素子群を形成する。図 10 は、電子源基板 10 に形成されている素子電極 2、3 及びその素子電極 2、3 間に、縦方向 (副走査方向) に 4 滴の液滴を付与することによって形成された電子放出素子群を示している。またここでは横方向を主走査方向として定義する。

【0057】説明を簡略化するために、ここでは図 3 の場合のように、基板 14 の前面に置かれてキャリッジ搭載された噴射ヘッドが、主走査方向ならびに副走査方向に基板 14 に対して相対移動しながら液滴を付与して電子放出素子群を形成する例で説明する。

【0058】前述したように、図 10 (A) は、素子電極 2、3 間に縦方向 (副走査方向 s) に 4 滴の液滴を付与することによって形成された電子放出素子群を示している。図 10 (B) に示す 1 個の電子放出素子の拡大図の隣に対応するように、図 10 (C) として上記のような 4 滴を噴射付与するのに使用する噴射ヘッドをそのノズル面側から見た図を示したが、この例では、4 滴の液滴が副走査方向に並んで付与され、その付与を行う噴射ヘッドのノズル配列もその液滴配列と同様に副走査方向に並んだ配置とされる。

【0059】上述したように、ノズル列の配列方向が副走査方向 s となるようにした噴射ヘッドをキャリッジに搭載し、主走査方向 m にキャリッジ走査しつつ、液滴を噴射付与しながら電子放出素子群を形成する際に、主走査方向 m に液滴を噴射付与しながら 1 列目の噴射付与が終了した後は、図 10 に示した副走査方向の隣接ピッチ P s 分キャリッジを副走査方向 s に移動させて、次の列の電子放出素子群形成を行う。

【0060】つまり本発明では、マルチノズル噴射ヘッドのノズル列配列長さを素子電極間距離と同等もしくはそれより大となるようにすることにより、1 回の主走査方向へのキャリッジ走査で素子電極間への噴射を行うことができるようにし、また副走査方向のキャリッジ走査は、形成される電子放出素子群の副走査方向隣接ピッチ P s 分ずつ行うようにする。これにより、副走査方向のキャリッジ走査は、副走査方向隣接ピッチ P s 分ずつ行うようにすればよいので、無駄がなく、大変効率よく表面伝導型放出素子群を形成することができる。

【0061】次に本発明のさらに他の特徴について説明する。上述したように、本発明では、導電性薄膜の材料を含有する溶液を、インクジェットの原理でガラス基板やアルミナ等のセラミックス基板に液滴として噴射付与することにより、導電性薄膜による表面伝導型電子放出

素子群を形成する。その際問題となるのが、素子電極 2、3 の間に液滴により形成されるドットの形状である。良好な丸いドットが形成されれば、最終的に形成される電子放出部も高精度に形成でき、良好な表面伝導型電子放出素子群を形成できるが、このドット形状が良好でない場合は、電子放出部も高精度なものが得られない。例えば形成されるドットが、良好な丸いドットとならず微小滴が飛散したような形状となった場合は、良好な電子放出部を得ることができない。

【0062】一般にインクジェットプリンタは、紙にインクを液滴として噴射付与して画像を得るが、紙の上に形成されるインク液滴のドットは、インク液滴が紙に付着すると同時に、紙の繊維中に速やかに吸収される。あるいは紙の表面に炭酸カルシウム等を主成分としたインク吸収部材がコートされているため、インク液滴が紙に付着すると同時にこのインク吸収部材に速やかに吸収されるようになっている。よって、先に形成されたドットに後続のドットが付着衝突しても、先のドットのインクはすでに紙に吸収されているので、衝突による微小インクの飛び散りはほとんど問題になることなく、また良好な丸いドットが得られ、高画質な印字品質が得られる。

【0063】一方、本発明はインクジェットの原理で液滴を噴射付与するが、紙に液滴を付与するのではなく、ガラス基板やアルミナ等のセラミックス基板に液滴を付与する。よって付与された液滴は、インクジェットプリンタで紙に印字される場合と異なり、液滴が基板に衝突後瞬時に基板に吸収されるわけではなく、基板面に半球状 (よりフラットな形状ではあるが) に残っており、これに後続のドットが付着衝突することにより、微小液滴の飛散、飛び散りが発生し、良好な電子放出部形成を阻害することがある。ここがインクジェットプリンタと本発明の違いである。

【0064】つまり本発明のように、ガラス基板やアルミナ等のセラミックス基板に液滴を付与する場合は、インクジェットプリンタによって紙にインク滴を噴射付与する場合と違い、条件を選ばないと液滴は基板面に衝突した場合に、微小液滴に飛散し良好な丸いドットが得られない場合があり、電子放出部を得ることができないことがある。本発明はこの点に鑑み、液滴が基板面に衝突してドットを形成する際に、微小液滴として飛散することなく良好な丸いドットが形成される条件を実験的に見出したものである。以下にその結果を示す。

【0065】実験は、導電性薄膜の材料を含有する溶液を、表面を鏡面研磨した石英ガラス基板にインクジェットの原理で噴射付与し、噴射時の液滴の噴射速度を変え、ドット形成状況 (ドット着弾位置精度や形成されたドット形状)、微小液滴飛散状況 (メインのドットのまわりに飛散した微小液滴の飛散状況) を調べたものである。

【0066】なお、液滴及びドットを形成するための具

体的な条件は以下のとおりである。使用した溶液は、酢酸パラジウム-トリエタノールアミン水溶液であり、以下のようにして製造したものである。すなわち100gの酢酸パラジウムを2000ccのイソプロピルアルコールに懸濁させ、さらに407gのトリエタノールアミンを加え35℃で12時間攪拌した。反応終了後、イソプロピルアルコールを蒸発により除去し、固形物にエチルアルコールを加えて溶解、濾過し、濾液から酢酸パラジウム-トリエタノールアミンを再結晶させて得た。このようにして得た酢酸パラジウム-トリエタノールアミン2gを98gの純水に溶解し、溶液とした(2.0wt%)。

【0067】なお、使用した噴射ヘッドは、エッジシュート型のサーマルインクジェット方式と同等の構造(ただしインクではなく、上記溶液を使用)とし、ノズル径はφ25μm、発熱体サイズは25μm×90μm(抵抗値118Ω)のものを使用した。そして、駆動電圧を20〜24V、パルス幅を5〜7μsの範囲で適宜選

*

実験No.	噴射速度(m/s)	着弾位置精度	ドット形状	微小液滴飛散状況
1	0.5	×	△	○
2	1	×	△	○
3	2	×	○	○
4	3	○	○	○
5	4	○	○	○
6	5	○	○	○
7	6	○	○	○
8	7	○	○	○
9	8	○	○	○
10	9	○	○	○
11	10	○	○	○
12	11	○	△	×
13	12	○	△	×

【0070】以上の結果より、着弾位置精度、ドット形状、微小液滴飛散状況から判断して、良好なドットを得るために、液滴の噴射速度を3〜10m/sにする必要があることがわかる。つまり、液滴の噴射速度をこの範囲内にすることにより、噴射が安定し着弾位置精度が向上するとともに、先に付着しているドットに後から付着する液滴が適切な飛翔速度で衝突するので、不必要な液滴ミストの発生による周辺への付着がなく、非常に高精度な表面伝導型電子放出素子のパターンが形成でき、その電子放出素子特性も各素子間でバラツキのない良好なものを得ることができる。

【0071】以上の説明より、本発明の電子源基板は、その電子放出素子部を上記のように複数滴を付与し、またその噴射付与時の噴射速度を適切な範囲にすることにより高精度にドットパターンを形成することができるが、このように表面伝導型電子放出素子群のパターン付与を行った後、本発明では以下に説明するようなフォーミング処理によって、電子放出部5を形成する(図1、図2参照)。

【0072】電子放出部5は、導電性薄膜4の一部に形成された高抵抗の亀裂により構成され、導電性薄膜4の

*び、噴射する液滴の噴射速度を0.5〜12m/sの範囲で変化させ、それぞれの場合の液滴の着弾位置精度、ドット形状、微小液滴飛散状況を調べた。この結果を下記の表1に示す。

【0068】表1において、着弾位置精度の○は狙いの位置に対して1/2ドット径以内の場合を示し、×はそれ以上の場合を示す。なお表1の結果においては、1〜5ドット径まで変化していた(実験No.1〜3)。ドット形状の○は良好な丸いドット形状が得られたものである。全般的におおむね良好な丸い形状が得られたが、官能検査でやや丸形状がいびつに感じられたものを△とした。微小液滴飛散状況は、微小液滴飛散が生じなかったものを○、微小液滴飛散が生じたもの(メインのドットの周辺に小さい飛び散りが発生したもの)を×とした。

【0069】

【表1】

膜厚、膜質、材料等、あるいはフォーミング処理条件等に依存したものとなる。電子放出部5の内部には、1000Å以下の粒径の導電性微粒子を含む場合もある。この導電性微粒子は、導電性薄膜4を構成する材料の元素の一部、あるいは全ての元素を含有するものとなる。電子放出部5及びその近傍の導電性薄膜4には、炭素あるいは炭素化合物を含む場合もある。

【0073】この導電性薄膜4に施すフォーミング処理方法の一例として、通電処理による方法を説明する。素子電極2、3間に、不図示の電源を用いて通電を行うと、導電性薄膜4の部位に構造の変化した電子放出部5が形成される。すなわち、通電フォーミングによれば導電性薄膜4に局所的に破壊、変形もしくは変質等の構造変化した部位が形成され、この部位が電子放出部5となる。

【0074】図11は、本発明に適用する上記のごとく通電フォーミング処理の電圧波形の例を示す図である。電圧波形は特にパルス波形が好ましく、パルス波高値が一定の電圧パルスを連続的に印加する場合(図11(A))と、パルス波高値を増加させながら、電圧パルスを印加する場合(図11(B))とがある。まずパル

ス波高値が一定電圧とした場合（図 11（A））について説明する。

【0075】図 11（A）における T1 および T2 はそれぞれ電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、T1 を $1\mu s \sim 10ms$ 、T2 を $10\mu s \sim 100ms$ とし、三角波の波高値（通電フォーミング時のピーク電圧）を表面伝導型電子放出素子の形態に応じて適宜選択する。このような条件のもと、例えば、数秒ないし数十分間電圧を印加する。また、パルス波形は三角波に限定されるものではなく、矩形波など所望の波形を用いても良い。

【0076】図 11（B）における T1 および T2 は、図 11（A）に示したものと様々にそれぞれ電圧波形のパルス幅とパルス間隔を示し、三角波の波高値（通電フォーミング時のピーク電圧）は、例えば 0.1V ステップ程度ずつ増加させることができる。

【0077】通電フォーミング処理の終了は、パルス間隔 T2 中に、導電性薄膜 4 を局部的に破壊、変形しない程度の電圧を印加し、電流を測定して検知することができる。例えば 0.1V 程度の電圧印加により流れる素子電流を測定し、抵抗値を求めて、 $1M\Omega$ 以上の抵抗を示した時に通電フォーミングを終了させる。

【0078】通電フォーミングを終了した素子には、活性化工程と呼ぶ処理を施すことが望ましい。活性化処理を施すことにより、素子電流 I_f 、放出電流 I_e が著しく変化する。活性化工程は、例えば有機物質のガスを含む雰囲気下で、通電フォーミングと同様に、パルスの印加を繰り返すことで行うことができる。上記の雰囲気は、例えば油拡散ポンプやロータリーポンプなどを用いて真空容器内を廃棄した場合に雰囲気内に残留する有機ガスを利用して形成することができる他、イオンポンプなどにより一旦十分に排気した真空中に適当な有機物質のガスを導入することによっても得られる。このときの好ましい有機物質のガス圧は、前述の応用の形態、真空容器の形状や、有機物質の種類などにより異なるため場合に依り適宜設定される。

【0079】上記の有機物質としては、アルカン、アルケン、アルキンの脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、アミン類、フェノール、カルボン酸、スルホン酸等の有機酸類等を挙げることができ、具体的には、メタン、エタン、プロパンなど C_nH_{2n+2} で表される飽和炭化水素、エチレン、プロピレンなど C_nH_{2n} 等の組成式で表される不飽和炭化水素、ベンゼン、トルエン、メタノール、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、メチルエチルケトン、メチルアミン、エチルアミン、フェノール、蟻酸、酢酸、プロピオン酸等が使用できる。この処理により雰囲気中に存在する有機物質から炭素あるいは炭素化合物が素子上に堆積し、素子電流 I_f 、放出電流 I_e が著しく変化する。活性化工程の終了判定は、素子電流 I_f と放出電流 I_e を測定しながら行う。なおパル

ス幅、パルス間隔、パルス波高値などは適宜設定される。

【0080】炭素あるいは炭素化合物とは、グラファイト（単結晶、多結晶の両者を指す）、非晶質カーボン（非晶質カーボンおよび非晶質カーボンと前記グラファイトの微結晶の混合物を含むカーボン）であり、その膜厚は 500\AA 以下にするのが好ましく、より好ましくは 300\AA 以下である。

【0081】こうして作成した電子放出素子は、安定化処理を行うことが好ましい。この処理は真空容器内の有機物質の分圧が、 $1 \times 10^{-8} \text{Torr}$ 以下、望ましくは $1 \times 10^{-10} \text{Torr}$ 以下で行うのが良い。真空容器内の圧力は、 $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{Torr}$ 以下が好ましく、特に $1 \times 10^{-8} \text{Torr}$ 以下が好ましい。真空容器を排気する真空排気装置は、装置から発生するオイルが素子の特性に影響を与えないように、オイルを使用しないものを用いるのが好ましい。具体的には、ソーブションポンプ、イオンポンプ等の真空排気装置を挙げることができる。さらに真空容器内を排気するときには、真空容器全体を過熱して真空容器内壁や電子放出素子に吸着した有機物質分子を排気しやすくするのが好ましい。このときの加熱した状態での真空排気条件は、 $80 \sim 200^\circ\text{C}$ で 5 時間以上が望ましいが、特にこの条件に限るものではなく、真空容器の大きさや形状、電子放出素子の構成などの諸条件により変化する。

【0082】なお、上記有機物質の分圧は、質量分析装置により質量数が $10 \sim 200$ の炭素と水素を主成分とする有機分子の分圧を測定し、それらの分圧を積算することにより求められる。安定化工程を経た後、駆動時の雰囲気は、上記安定化処理終了時の雰囲気を維持するのが好ましいが、これに限るものではなく、有機物質が十分除去されていれば、真空度自体は多少低下しても十分安定な特性を維持することができる。このような真空雰囲気を採用することにより、新たな炭素あるいは炭素化合物の堆積を抑制でき、結果として素子電流 I_f 、放出電流 I_e が安定する。

【0083】次に本発明の画像形成装置について述べる。画像形成装置に用いる電子源基板の電子放出素子の配列については種々のものが採用できる。まず、並列に配置した多数の電子放出素子の個々を両端で接続し、電子放出素子の行を多数個配置し（行方向と呼ぶ）、この配線と直交する方向（列方向と呼ぶ）で電子放出素子の上方に配置した制御電極（グリッドとも呼ぶ）により、電子放出素子からの電子を制御駆動する梯子状配置のものがある。これとは別に、電子放出素子を X 方向および Y 方向に行列状に複数個配置し、同じ行に配置された複数の電子放出素子の電極の一方を、X 方向の配線に共通に接続し、同じ列に配置された複数の電子放出素子の電極の他方を、Y 方向の配線に共通に接続するものが挙げられる。このようなものは、所謂、単純マトリクス配

置である。まず単純マトリックス配置について以下に詳述する。

【0084】図12は、本発明の電子放出素子を複数個マトリックス状に配置して得られる電子源基板の一例を示す図で、図中、10は電子源基板、14は基板、61はX方向配線、62はY方向配線、63は表面伝導型電子放出素子、64は結線である。X方向配線61は、DX1, DX2, … DXmのm本の配線からなり、Y方向配線62はDY1, DY2, … DYnのn本の配線よりなる。また多数の表面伝導型素子63にほぼ均等な電圧が供給されるように、材料、膜厚、配線幅が適宜設定される。これらm本のX方向配線61とn本のY方向配線62間には不図示の層間絶縁層により電氣的に分離されてマトリックス配線を構成する（なお、上記m、nは共に正の整数である）。

【0085】不図示の層間絶縁層は、X方向配線61を形成した基板14の全面域または一部の所望の領域に形成される。X方向配線61とY方向配線62はそれぞれ外部端子として引き出される。更に表面伝導型放出素子63の素子電極（不図示）がm本のX方向配線61およびn本のY方向配線62と結線64によって電氣的に接続されている。X方向配線61とY方向配線62を構成する材料、結線64を構成する材料、及び一対の素子電極を構成する材料は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、またそれぞれ異なっても良い。これらの材料は、例えば前述の素子電極の材料より適宜選択される。素子電極を構成する材料と配線材料が同一である場合には、素子電極に接続した配線も含めて素子電極ということもできる。

【0086】X方向配線61は、X方向に配列する表面伝導型放出素子63の行を入力信号に応じて走査する走査信号を印加するための不図示の走査信号発生手段と電氣的に接続されている。一方、Y方向配線62は、Y方向に配列する表面伝導型放出素子63の各列を入力信号に応じて変調する変調信号を印加するための不図示の変調信号発生手段と電氣的に接続されている。更に表面伝導型電子放出素子63の各素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給されるものである。これにより、単純なマトリックス配線だけで個別の素子を選択して独立に駆動可能になる。

【0087】次に、以上のようにして作成した単純マトリックス配置の電子源を用いた画像形成装置について説明する。図13は画像形成装置の表示パネルの基本構成の一例を説明するための図で、図中、10は電子放出素子63を基板上に作製した電子源基板、71は電子源基板10を固定したリアプレート、72は支持枠、76はガラス基板73の内面に蛍光膜74とメタルバック75等が形成されたフェースプレートで、リアプレート71、支持枠72及びフェースプレート76にフリットガ

ラス等を塗布し、大気中あるいは窒素中で400〜500度で10分以上焼成することで封着して外囲器78を構成する。また図13において、63は図1に示す構成に相当する電子放出素子、61、62はそれぞれ表面伝導型電子放出素子の一対の素子電極と接続されたX方向配線およびY方向配線である。

【0088】外囲器78は、上述の如くフェースプレート76、支持枠72、リアプレート71で構成したが、リアプレート71は主に電子源基板10の強度を補強する目的で設けられるため、電子源基板10自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート71は不要であり、電子源基板10に直接支持枠71を封着し、フェースプレート76、支持枠72、及び電子源基板10にて外囲器78を構成しても良い。またさらにはフェースプレート76、リアプレート71間に、スペーサとよばれる耐大気圧支持部材を設置することで大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器78を構成することもできる。

【0089】図14は、図13の画像形成装置に用いられる蛍光膜の構成例を示す模式図で、ブラックストライプタイプの蛍光膜を図14(A)に、ブラックマトリックスタイプの蛍光膜を図14(B)に示すものである。図14において、74は蛍光膜、81は黒色導電材、82は蛍光体である。

【0090】蛍光膜74は、モノクロームの場合は蛍光体のみからなるが、カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の配列によりブラックストライプあるいはブラックマトリックスなどと呼ばれる黒色導電材81と蛍光体82とで構成される。ブラックストライプ、ブラックマトリックスを設ける目的は、カラー表示の場合、必要となる三原色蛍光体の各蛍光体82間の塗り分け部を黒くすることで混色等を目立たなくすることと、蛍光膜74における外光反射によるコントラストの低下を抑制することである。ブラックストライプの材料としては、通常良く用いられている黒鉛を主成分とする材料だけでなく、導電性があり、光の透過および反射が少ない材料であればこれに限るものではない。

【0091】本発明では、上記のようなマトリックス化された蛍光体82のストライプの方向、あるいはマトリックスの互いに直交する2方向と、前述の電子放出素子63の互いに直交する2方向とそれぞれが互いに平行になるようにし、かつ各電子放出素子63に蛍光体82が一致するように位置決めして積層し、画像表示装置を構成している。このような構成の画像表示装置は、互いのマトリックスの方向およびその位置が一致しているため、非常に高画質な画像表示装置を実現できる。

【0092】ガラス基板73に蛍光体を塗布する方法としては、モノクローム、カラーによらず沈澱法や印刷法が用いられる。また蛍光膜74（図13）の内面側には通常、メタルバック75が設けられる。メタルバック75は、蛍光体の発光のうち内面側への光をフェースプレ

ート 76 側へ鏡面反射することにより輝度を向上すること、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用すること、外囲器内で発生した負イオンの衝突によるダメージからの蛍光体の保護等の役割を有する。メタルバック 75 は、蛍光膜 74 を作製後、蛍光膜 74 の内面側表面の平滑化処理（通常、フィルミングと呼ばれる）を行い、その後 A1 を真空蒸着等で堆積することで作製できる。また、フェースプレート 76 には、更に蛍光膜 74 の導電性を高めるため、蛍光膜 74 の外面側に透明電極（不図示）を設けてもよい。

【0093】前述の外囲器 78 を作成するための封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体 82 と電子放出素子 63 とを対応させなくてはならず、十分な位置合わせを行う必要がある。この十分な位置合わせを行うために本発明では、前述のように、電子放出素子 63 に対向する位置に蛍光体 82 を配置するとともに、電子放出素子 63 と蛍光体 82 のそれぞれのマトリックスの互いに直交する 2 方向がそれぞれ互いに平行となるようにしている。このような構成の高精度な画像表示装置を得るためには、蛍光体基板も、本発明の電子源基板と同様な位置決め手法をとることが望ましい。

【0094】図 13 に示した画像形成装置は、具体的には以下のようにして製造される。外囲器 78 は前述の安定化工程と同様に、適宜加熱しながらイオンポンプ、ソープションポンプなどのオイルを使用しない排気装置により不図示の排気管を通じて排気し、 10^{-7} Torr 程度の真空度の有機物質の十分少ない雰囲気にした後、封止される。外囲器 78 の封止後の真空度を維持するためにゲッター処理を行う場合もある。これは外囲器 78 の封止を行う直前あるいは封止後に抵抗加熱あるいは高周波加熱等の加熱法により、外囲器 78 内の所定の位置（不図示）に配置されたゲッターを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常 Ba 等が主成分であり、蒸着膜の吸着作用により、例えば 1×10^{-5} Torr ないし 1×10^{-7} Torr の真空度を維持するものである。

【0095】次に、単純マトリックス配置型基板を有する電子源を用いて構成した表示パネルを駆動して NTSC 方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路の概略構成を説明する。図 15 は NTSC 方式のテレビ信号に応じて表示を行うための駆動回路の一例を示すブロック図で、その駆動回路を含む画像形成装置を表すものである。図 15 において、91 は画像の表示パネル、92 は走査回路、93 は制御回路、94 はシフトレジスタ、95 はラインメモリ、96 は同期信号分離回路、97 は変調信号発生器、Vx および Va は直流電圧源である。

【0096】以下、図 15 に示す各部の機能を説明する。表示パネル 91 は端子 Dox1 ないし Doxm、端子 Doy1 ないし Doy n、及び高圧端子 Hv を介して

外部の電気回路と接続している。このうち端子 Dox1 ないし Doxm には表示パネル 91 内に設けられている電子源、すなわち M 行 N 列の行列状にマトリクス配線された表面伝導型電子放出素子群を一行（N 素子）ずつ順次駆動してゆくための走査信号が印加される。一方、端子 Doy1 ないし Doy n には前記の走査信号により選択された一行の表面伝導型電子放出素子の各素子の出力電子ビームを制御するための変調信号が印加される。また高圧端子 Hv には直流電圧源 Va より、例えば 10 kV の直流電圧が供給されるが、これは表面伝導型電子放出素子より出力される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与するための加速電圧である。

【0097】次に走査回路 92 について説明する。同回路は内部に M 個のスイッチング素子を備えるもので（図中、S1 ないし Sm で模式的に示している）、各スイッチング素子は直流電圧源 Vx の出力電圧もしくは 0V（グラウンドレベル）のいずれか一方を選択し、表示パネル 91 の端子 Dox1 ないし Doxm と電気的に接続するものである。S1 ないし Sm の各スイッチング素子は制御回路 93 が出力する制御信号 Tscan に基づいて動作するものであるが、実際には例えば FET のようなスイッチング素子を組み合わせることにより構成することが可能である。なお、前記直流電圧源 Vx は、前記表面伝導型電子放出素子の特性（電子放出しきい値電圧）に基づき、走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するように設定されている。

【0098】制御回路 93 は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行われるように各部の動作を整合させる働きをもつものである。この後説明する同期信号分離回路 96 より送られる同期信号 Tsync に基づいて、各部に対して Tscan、Tsft 及び Tmry の各制御信号を発生する。

【0099】同期信号分離回路 96 は、外部から入力される NTSC 方式のテレビ信号から同期信号成分と輝度信号成分とを分離するための回路であり、周波数分離（フィルタ）回路を用いれば構成できる。同期信号分離回路 96 により分離された同期信号は、良く知られるように垂直同期信号と水平同期信号よりなるが、ここでは説明の便宜上 Tsync 信号として図示した。一方、前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分を便宜上 DATA 信号と表すが、同信号はシフトレジスタ 94 に入力される。

【0100】シフトレジスタ 94 は、時系列的にシリアルに入力される前記 DATA 信号を画像の 1 ライン毎にシリアル／パラレル変換するためのものであり、制御回路 93 より送られる制御信号 Tsft に基づいて動作する。すなわち制御信号 Tsft は、シフトレジスタ 94 のシフトクロックであると言い換えても良い。シリアル

／パラレル変換された画像1ライン分（電子放出素子N素子分の駆動データに相当する）のデータはI d 1ないしI d nのN個の並列信号としてシフトレジスタ94より出力される。

【0101】ラインメモリ95は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶するための記憶装置であり、制御回路93より送られる制御信号T m r yに従って適宜I d 1ないしI d nの内容を記憶する。記憶した内容は、I d 1ないしI d nとして出力され変調信号発生器97に入力する。

【0102】変調信号発生器97は、前記画像データI d 1ないしI d nの各々に応じて表面伝導型電子放出素子の各々を適切に駆動変調するための信号源であり、その出力信号は端子D o y 1ないしD o y nを通じて表示パネル91内の表面伝導型電子放出素子に印加される。

【0103】前述したように本発明に関わる電子放出素子は、放出電流I eに対して以下の基本特性を有している。すなわち前述したように電子放出には明確なしきい値電圧V t hがあり、V t h以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。また電子放出しきい値以上の電圧に対しては素子への印加電圧の変化に応じて放出電流も変化していく。なお、電子放出素子の材料や構成、製造方法を変えることにより電子放出しきい値電圧V t hの値や印加電圧に対する放出電流の変化の度合いが変わる場合もあるが、いずれにしても以下のようなことができる。

【0104】すなわち、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出しきい値以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出しきい値以上の電圧を印加する場合には電子ビームが出力される。その際、第一にはパルスの波高値V mを変化させることにより出力電子ビームの強度を制御することが可能であり、第二には、パルスの幅P wを変化させることにより出力される電子ビームの電荷の総量を制御することが可能である。

【0105】従って、入力信号に応じて電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式、パルス幅変調方式等があげられ、電圧変調方式を実施するには、変調信号発生器97として、一定の長さの電圧パルスを発生するが、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いる。またパルス幅変調方式を実施するには、変調信号発生器97としては、一定の波高値の電圧パルスを発生するが、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いる。

【0106】シフトレジスタ94やラインメモリ95は、デジタル信号式のものであってもアナログ信号式のものであっても差し支えなく、画像信号のシリアル／パラレル変換や記憶が所定の速度で行われればよい。

【0107】デジタル信号式のものを用いる場合には、

同期信号分離回路96の出力信号DATAをデジタル信号化する必要があるが、これは同期信号分離回路96の出力部にA/D変換器を備えれば可能である。また、これと関連してラインメモリ95の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器97に用いられる回路が若干異なったものとなる。

【0108】まずデジタル信号の場合について述べる。電圧変調方式において、変調信号発生器97には、例えばよく知られるD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付け加えればよい。またパルス幅変調方式の場合、変調信号発生器97は、例えば高速の発振器、発振器が出力する波数を計数する計数器（カウンタ）、及び計数器の出力値とラインメモリ95の出力値を比較する比較器（コンパレータ）を組み合わせた回路を用いることにより構成できる。必要に応じて比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付け加えてもよい。

【0109】次にアナログ信号の場合について述べる。電圧変調方式においては変調信号発生器97には、例えばよく知られるオペアンプなどを用いた増幅回路を用いればよく、必要に応じてレベルシフト回路などを付け加えてもよい。またパルス幅変調方式の場合には例えばよく知られた電圧制御型発振回路（VCO）を用いればよく、必要に応じて表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付け加えてもよい。

【0110】以上のような構成を有する画像表示装置において、表示パネル91の各電子放出素子には、容器外端子D o x 1ないしD o x m、D o y 1ないしD o y nを通じ、電圧を印加することにより、電子放出させるとともに、高圧端子H vを通じ、メタルバック75あるいは透明電極（不図示）に高圧を印加して電子ビームを加速し、蛍光膜74に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示することができる。

【0111】ここで述べた構成は、表示等に用いられる好適な画像形成装置を作製する上で必要な概略構成であり、例えば各部材の材料等、詳細な部分は上述内容に限られるものではなく、画像形成装置の用途に適するよう適宜選択する。また、入力信号例として、NTSC方式をあげたが、これに限るものでなく、PAL、SECAM方式などの諸方式でもよく、また、これよりも、多数の走査線からなるTV信号（例えば、MUSE方式をはじめとする高品位TV）方式でもよい。

【0112】次に、梯子型配置電子源基板および画像表示装置について説明する。図16は、電子放出素子を梯子型に配置した電子源基板の構成例を示す模式図で、図中、10は電子源基板、14は基板、63は電子放出素子、98は電子放出素子63に接続したD x 1～D x 10よりなる共通配線である。電子放出素子63は、基板14上にX方向に並列に複数個配置されている（この配

10

20

30

40

50

列を素子行と呼ぶ)。この素子行が複数個基板上に配置され、電子源基板 10 が構成されている。各素子行の共通配線間に駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動させることができる。すなわち、電子ビームを放出させたい素子行には、電子放出しきい値以上の電圧を印加し、電子ビームを放出させない素子行には電子放出しきい値以下の電圧を印加すればよい。また、各素子行間の共通配線 $D \times 2 \sim D \times 9$ 、例えば $D \times 2$ 、 $D \times 3$ を同一配線とするようにしても良い。

【0113】図 17 は、図 16 に示すごとの梯子型配置電子源基板を備えた画像形成装置におけるパネル構造を説明するための図で、図中、100 は各素子行間の共通配線を同一配線とした電子源基板、101 はグリッド電極、102 は電子が通過するための開口、103 は $D \times 1$ 、 $D \times 2$ 、 \dots $D \times m$ よりなる容器外端子、104 はグリッド電極 101 と接続された $G1$ 、 $G2$ 、 \dots Gn からなる容器外端子で、その他、図 13 または図 15 と同様の機能を有する部分には同一符号を付してある。図 17 に示す画像形成装置における前述の単純マトリクス配置の画像形成装置 (図 13) との違いは、電子源基板 100 とフェースプレート 76 の間にグリッド電極 101 を備えていることである。

【0114】グリッド電極 101 は、表面伝導型放出素子から放出された電子ビームを変調するためのものであり、はしご型配置の素子行と直交して設けられたストライプ状の電極に電子ビームを通過させるため、各素子に対応して 1 個ずつ円形の開口 102 が設けられている。なおグリッドの形状や設置位置は図 16 に示したものに限定されるものではない。例えば、開口としてメッシュ状に多数の通過口を設けることもでき、グリッドを表面伝導型放出素子の周囲や近傍に設けることもできる。また、容器外端子 103 及びグリッド容器外端子 104 は、不図示の制御回路と電気的に接続されている。

【0115】本画像形成装置では、素子行を 1 列ずつ順次駆動 (走査) していくのと同期してグリッド電極列に画像 1 ライン分の変調信号を同時に印加する。これにより、各電子ビームの蛍光体への照射を制御し、画像を 1 ラインずつ表示することができる。これによればテレビジョン放送の表示装置、テレビ会議システム、コンピュータ等の表示装置の他、感光性ドラム等で用いて構成された光プリンタとしての画像形成装置としても用いることもできる。

【0116】

【発明の効果】請求項 1 に対応した効果

基板上に複数対の各素子電極間に、導電性薄膜の材料を含有する溶液の液滴を噴射付与し、導電性薄膜による表面伝導型電子放出素子群を形成した電子源基板の製造方法において、表面伝導型電子放出素子群の 1 素子は、複数個の液滴を基板上に付着させたドットイメージにより形成されるようにしたので、高精度な表面伝導型電子放

出素子のパターンが形成できるようになり、その電子放出素子特性が各素子間でバラツキのない良好なものが得られる。

【0117】請求項 2 に対応した効果

表面伝導型電子放出素子群が形成された電子源基板の製造方法において、表面伝導型電子放出素子群の 1 素子を形成する複数個の液滴が、マルチノズル型の液滴噴射ヘッドから噴射されるようにしたので、高精度な表面伝導型放出素子群を効率良く形成することができる。

【0118】請求項 3 に対応した効果

表面伝導型電子放出素子群が形成された電子源基板の製造方法において、液滴噴射ヘッドのマルチノズルのノズル列配列長さが 1 対の素子電極における電極間距離と同等もしくはそれより大となるように、ノズルの数およびその配列密度を決定するので、1 素子の液滴付与範囲がマルチノズル列でカバーでき、電子源基板の前面を液滴噴射ヘッドが相対移動する際に、何度も相対移動を行うことなく 1 回の相対移動によって 1 素子の形成を行うことができ、大変効率よく表面伝導型放出素子群を形成することができる。

【0119】請求項 4 に対応した効果

表面伝導型電子放出素子群が形成された電子源基板の製造方法において、液滴噴射ヘッドのマルチノズルのノズル列配列長さを、1 素子の範囲をカバーできるようにするとともに、液滴噴射ヘッドと基板の相対移動において、副走査方向での相対移動を表面伝導型電子放出素子群の隣接ピッチ単位で行うようにしたので、無駄がなく、大変効率よく表面伝導型放出素子群を形成することができる。

【0120】請求項 5 に対応した効果

基板上の複数対の各素子電極間に、導電性薄膜の材料を含有する溶液の液滴を噴射付与し、導電性薄膜による表面伝導型電子放出素子群を形成した電子源基板の製造方法において、表面伝導型電子放出素子群の 1 素子を複数個の液滴を基板上に付着させたドットイメージにより形成するとき、その液滴の噴射速度を $3 \sim 10 \text{ m/s}$ 範囲としたので、噴射が安定して付着位置精度が向上するとともに、先に付着しているドットに後から付着する液滴が適切な飛翔速度で衝突するので、不必要な液滴ミストが発生して周辺に付着することがなく、非常に高精度な表面伝導型電子放出素子のパターンが形成でき、その電子放出素子特性が各素子間でバラツキのない良好なものが得られる。

【0121】請求項 6 に対応する効果

上記請求項 1 ないし 5 の製造方法によって製造することにより、高精度な電子源基板放出素子パターンが形成され、特性が良好で信頼性の高い電子源基板を得ることができる。

【0122】請求項 7 に対応した効果

高精度な表面伝導型電子放出素子のパターンを有し、そ

10

20

30

40

50

子放出素子特性も各素子間でバラツキのない電子源基板を使用することにより、高画質な画像表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態に係る平面型表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式的図である。

【図 2】 図 1 に示す表面伝導型電子放出素子の製造方法を説明するための模式的図である。

【図 3】 本発明に係る電子源基板の製造装置の一例を示す構成図である。

【図 4】 本発明を適用し得る液滴付与装置の構成の一例を説明するための図である。

【図 5】 図 4 の液滴付与装置の吐出ヘッドユニットの要部概略構成図である。

【図 6】 電子放出素子部を 1 滴の液滴で形成する例を説明するための模式的平面図である。

【図 7】 本発明により形成する平面型表面伝導型電子放出素子のドットパターンの例を示す模式的平面図である。

【図 8】 本発明により形成する平面型表面伝導型電子放出素子の他のドットパターンの例を示す模式的平面図である。

【図 9】 本発明に係る表面伝導型電子放出素子の製造装置に使用される噴射ヘッドの構成例を示す図である。

【図 10】 本発明における平面型表面伝導型電子放出素子群を形成するに際し噴射ヘッドのノズル配列ピッチとドットパターンの配列ピッチとの関係を説明するための図である。

【図 11】 本発明による表面伝導型電子放出素子の製造に採用できる通電フォーミング処理における電圧波形の例を示す図である。

【図 12】 本発明を適用し得るマトリックス配置型電子源基板の一例を示す模式的図である。

【図 13】 本発明を適用し得るマトリックス配置型電子源基板による画像形成装置の表示パネルの基本構成の一例を説明するための図である。

【図 14】 本発明を適用し得る画像形成装置に用いられる蛍光膜の構成例を示す模式的図である。

【図 15】 画像形成装置に NTSC 方式のテレビ信号に応じて表示を行うための駆動回路の一例を示すブロック図である。

【図 16】 本発明を適用し得る梯子型配置型電子源基板の一例を示す模式的図である。

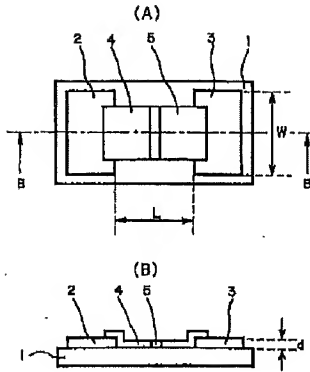
【図 17】 本発明を適用し得る梯子型配置型電子源基板による画像形成装置の表示パネル基本構成の一例を説明するための図である。

【図 18】 従来の電子放出素子の一例を示す模式的図である。

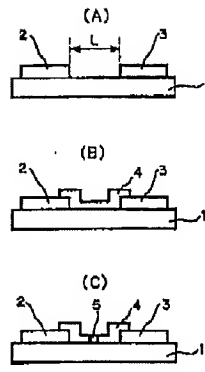
【符号の説明】

1…基板、2、3…素子電極、4…導電性薄膜、5…電子放出部、10…電子源基板、11…吐出ヘッドユニット（噴射ヘッド）、12…キャリッジ、13…基板保持台、14…基板、15…供給チューブ、16…信号供給ケーブル、17…噴射ヘッドコントロールボックス、18…キャリッジ 12 の X 方向スキャンモータ、19…キャリッジ 12 の Y 方向スキャンモータ、20…コンピュータ、21…コントロールボックス、22（22_{X1}、22_{Y1}、22_{X2}、22_{Y2}）…基板位置決め／保持手段、30…吐出ヘッドユニット、31…ヘッドアライメント制御機構、32…検出光学系、33…インクジェットヘッド、34…ヘッドアライメント微動機構、35…制御コンピュータ、36…画像識別機構、37…XY 方向走査機構、38…位置検出機構、39…位置補正制御機構、40…インクジェットヘッド駆動・制御機構、41…光軸、42…液滴、43…液滴着弾位置、44…噴射した液滴によるドット、50…噴射ヘッド（インクジェットヘッド）、51…発熱体基板、52…蓋基板、53…発熱体基板 51 の作成に用いるシリコン基板、54…個別電極、55…共通電極、56…発熱体、57…溶液流入口、58…ノズル、59…溝部、60…凹部領域、61…X 方向配線、62…Y 方向配線、63…表面伝導型電子放出素子、64…結線、71…電子源基板 10 を固定したリアプレート、72…支持枠、74…蛍光膜、75…メタルバック、76…フェースプレート、78…外圍器、81…黒色導電材、82…蛍光体、91…画像の表示パネル、92…走査回路、93…制御回路、94…シフトレジスタ、95…ラインメモリ、96…同期信号分離回路、97…変調信号発生器、98…電子放出素子 63 に接続した D_{x1}～D_{x10} よりなる共通配線、100…各素子行間の共通配線を同一配線とした電子源基板、101…グリッド電極、102…電子が通過するための開口、103…D_{ox1}、D_{ox2}・・・D_{oxm} よりなる容器外端子、104…グリッド電極 101 と接続された G₁、G₂、・・・G_n からなる容器外端子、m…主走査方向、s…副走査方向、Ps…副走査方向の隣接ピッチ、V_x および V_a…直流電圧源。

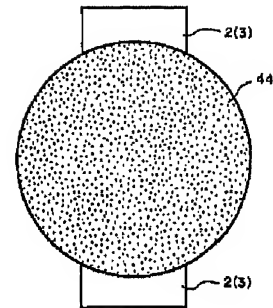
【図1】



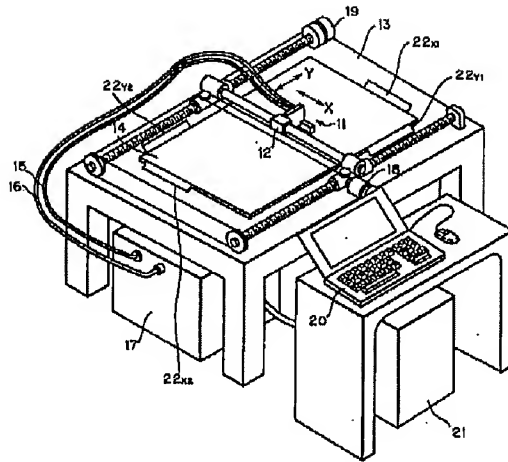
【図2】



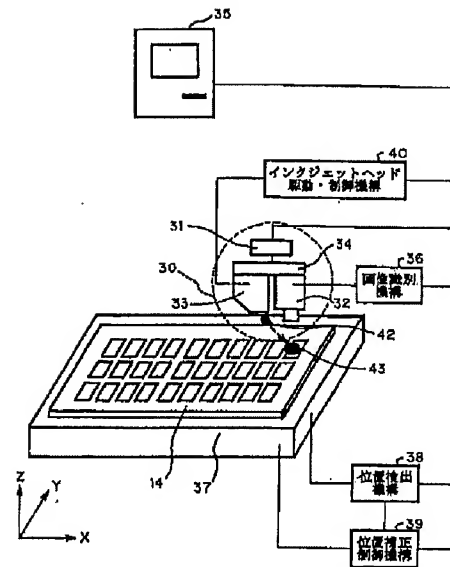
【図6】



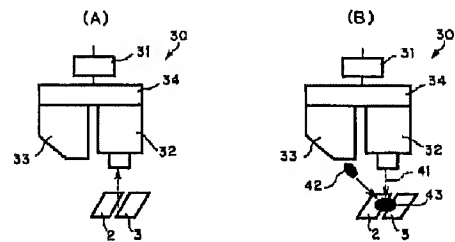
【図3】



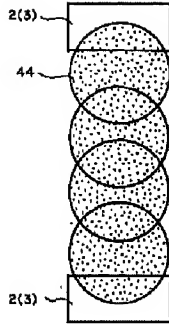
【図4】



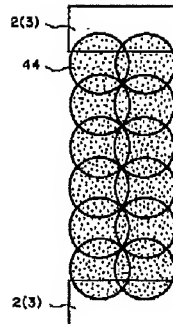
【図5】



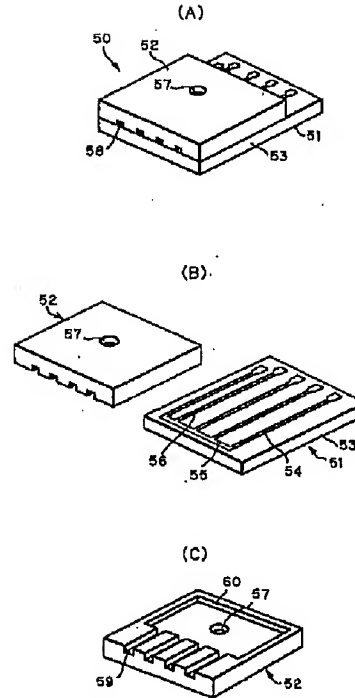
【図7】



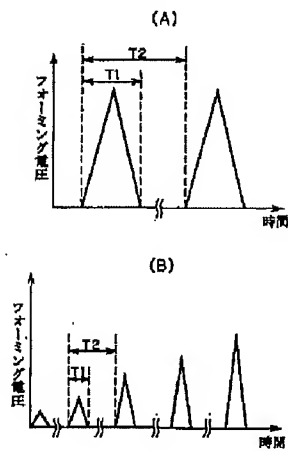
【図8】



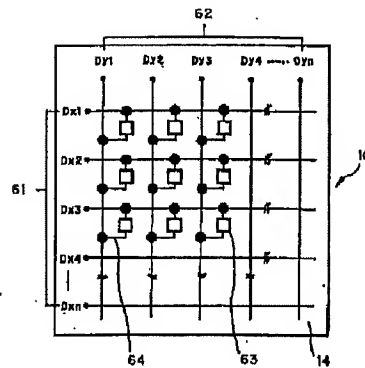
【図9】



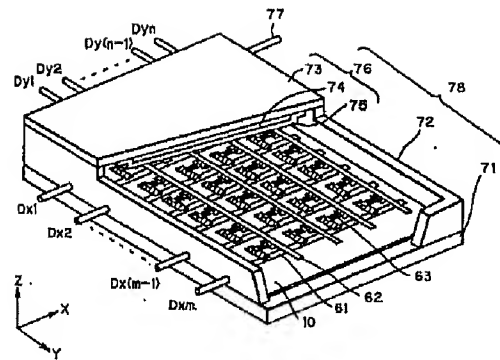
【図11】



【図12】



【図 13】



【図 15】

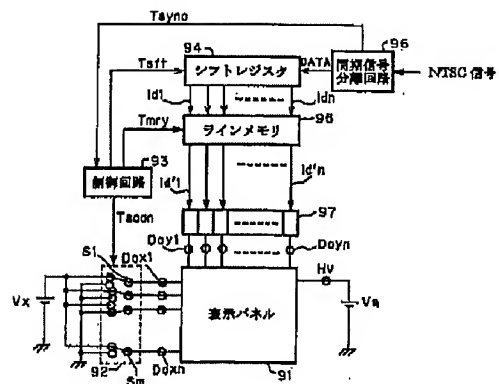
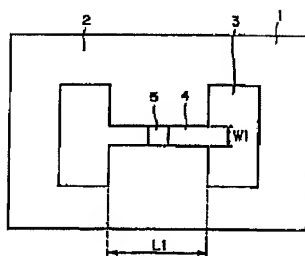
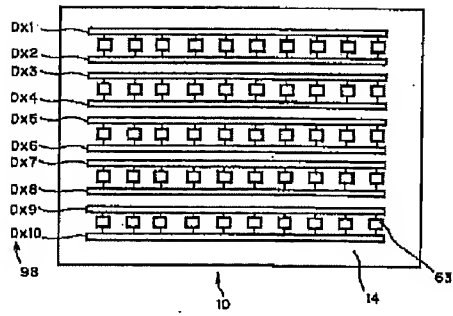


Figure 1 consists of two schematic diagrams, (A) and (B), illustrating different porous membrane structures. Diagram (A) shows a rectangular cross-section of a membrane with several vertical, parallel channels (labeled 81) separated by a solid matrix (labeled 82). A scale bar labeled 74 is positioned above the channels. Diagram (B) shows a rectangular cross-section of a membrane with a regular array of circular pores (labeled 81) distributed throughout a solid matrix (labeled 82). A scale bar labeled 74 is positioned above the pores.

【図 18】



【図 16】



【図 17】

